

5. Миргород В.Г. Учебно-научный, программно-аппаратный комплекс по исследованию процессов формирования и характеристик голографических фотонных структур. / В.Г. Миргород, Б.Ф. Ноздревых, С.В. Устюжанин [и др.] // Современное образование: перспективы развития многопрофильного технического университета: сб. мат. Межд. науч.-метод. конф. – Томск : ТУСУР, 2010. – С. 97–98.
6. Черкашин Е.С. Комплекс лабораторных работ по исследованию линейного тракта и созданию сети на основе аппаратуры ЦВОЛТ серии «Транспорт-8х30». / Е.С. Черкашин, А.П. Коханенко, С.Н. Шарангович // Научная сессия ТУСУР–2009: сб. мат. Всерос. науч.-техн. конф.: в 5 ч. Ч. 1. – Томск : В-Спектр, 2009. – С. 248–251.

Грановский М. О., Гусев С. А., Костин А. А., Паниковская Т. Ю.
УЧЕБНАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ,
РАБОТАЮЩЕЙ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

serggusev@list.ru

*ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»
г. Екатеринбург*

Granovsky M. O., Gusev S. A., Kostin A. A., Panikovskaya T. Y.
TRAINING MODEL OF THE POWER-STATION WORKING IN THE
ELECTRICAL POWER-SYSTEM

Отличительной особенностью современного этапа развития человечества является всё большая компьютеризация, автоматизация и информатизация всех аспектов его деятельности. С каждым днем компьютер и информационные технологии занимают все большую роль в жизни каждого из нас. Общение, работа, обучение – все эти процессы жизнедеятельности человека в настоящее время связаны с использованием компьютерных технологий. Поэтому сфера обучения для того, чтобы готовить высококвалифицированных специалистов, не должна отставать от общего вектора научно-технического прогресса.

Computerization and automation present the distinctive feature of mankind development today. New technologies play the important role in our life. They find the application in the most aspects of human activity. According with it facts modern technical universities of higher education should not go behind the general vector of scientific and technical progress for the preparing of highly skilled experts.

Реальные технические устройства и оборудование находят применение в учебных лабораториях в виде моделей. Одной из таких разработок и посвящён наш доклад. Раньше лабораторные стенды были сложны к восприятию для сту-

дентов и предполагали наличие у них определённой практической подготовки, что приводило к низкой эффективности лабораторных работ для учебного процесса. Кроме того, старые стенды имели и другие недостатки, такие как: низкая электробезопасность, сложность обслуживания и эксплуатации, большие габариты и высокое электропотребление. В качестве примера на рис. 1 представлен электрический щит стенда старой лаборатории электрических станций и подстанций.

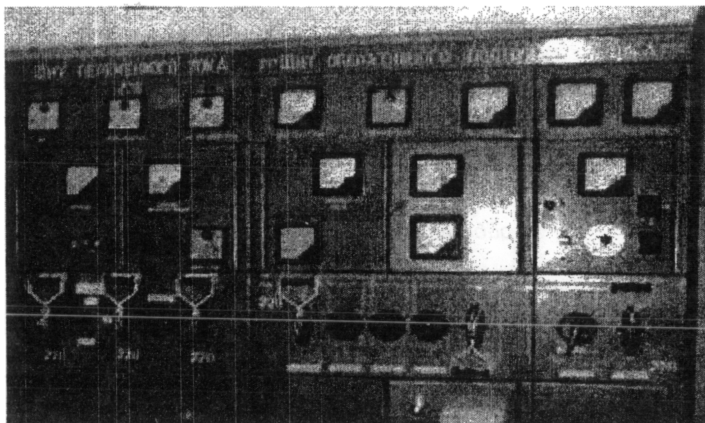


Рис. 1. Пример электрического щита стенда старой лаборатории

Сейчас, благодаря разработке кафедры автоматизированных электроэнергетических систем Новосибирского государственного технического университета, появилась возможность повысить наглядность и расширить возможности для изучения физических процессов в ходе выполнения лабораторных работ по дисциплинам «Электроэнергетические переходные процессы» и «Электрическая часть станций и подстанций» (рис. 2).

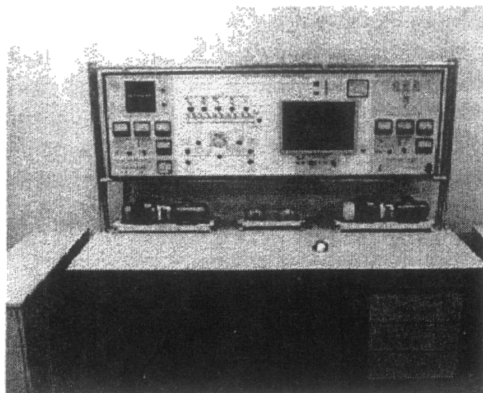


Рис. 2. Стенд учебной модели электростанции, работающей в энергосистеме

Стенд представляет собой модель электростанции блочного типа (турбина-генератор) с двумя энергоблоками (рис. 3). Для модельной электростанции предусматривается возможность параллельной и раздельной работы энергоблоков. Связь электростанции с энергосистемой осуществляется по двум линиям электропередачи. Два асинхронных двигателя выступают в качестве нагрузки собственных нужд. Схема распределительного устройства электростанции – две рабочих системы сборных шин с обходной.

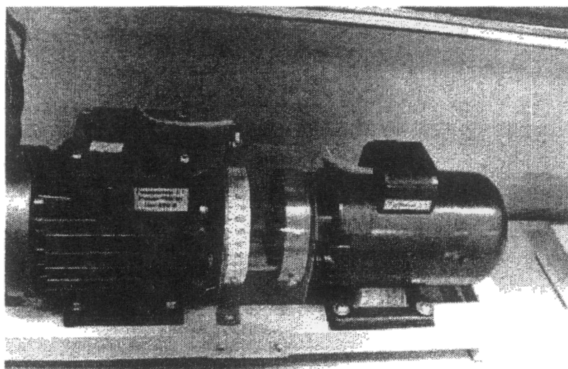


Рис. 3. Энергоблок модельной электростанции (турбина-генератор)

На стенде имеется панель управления режимами ЭЭС, с помощью которой можно имитировать различные возмущения (короткие замыкания, отключение элементов схемы), работу релейной защиты (токовая отсечка и другие) и

автоматики (автоматическое повторное включение, автоматический ввод резерва). По ходу выполнения студентами лабораторных работ на щитовых приборах отображаются необходимые измеряемые параметры (напряжение, ток, мощность).

Отличительной особенностью стенда является возможность проведения тренировок оперативных переключений в распределительном устройстве электростанции, что позволяет моделировать вывод в ремонт коммутационных аппаратов, сборных шин, силовых трансформаторов и других элементов. Для выполнения тренировочных и контрольных оперативных переключений используется программа Mes3Control (рис. 4), благодаря многофункциональности которой появляется также возможность телеуправления выключателями распределительного устройства.

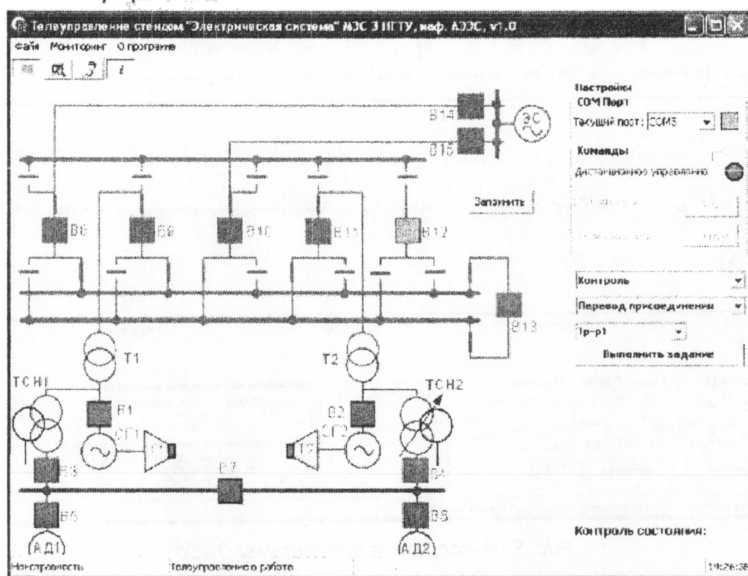


Рис. 4. Окно телеуправления стендом (программа Mes3Control)

Студенты также могут наблюдать физические процессы, происходящие в электроэнергетической системе при протекании электромеханических переходных процессов, а именно:

- определение пределов выдаваемой мощности по условиям статической устойчивости и допустимости режимов генераторов;
- исследование процессов автоматического регулирования напряжения и настройка регуляторов возбуждения;
- определение пределов по динамической устойчивости параллельной работы с энергосистемой;

- исследование эффективности мер повышения динамической устойчивости электростанции (быстрое автоматическое повторное включение, форсировка возбуждения);
- исследование процессов нарушения устойчивости и асинхронных режимов электростанции;
- исследование процессов ресинхронизации генераторов электростанции;
- анализ влияния регулирования возбуждения на предел выдаваемой мощности генератора.

Регистрация физических процессов на стенде производится с помощью осциллографа и все результаты в режиме реального времени отображаются на экране монитора в программе DisCo (рис. 5).

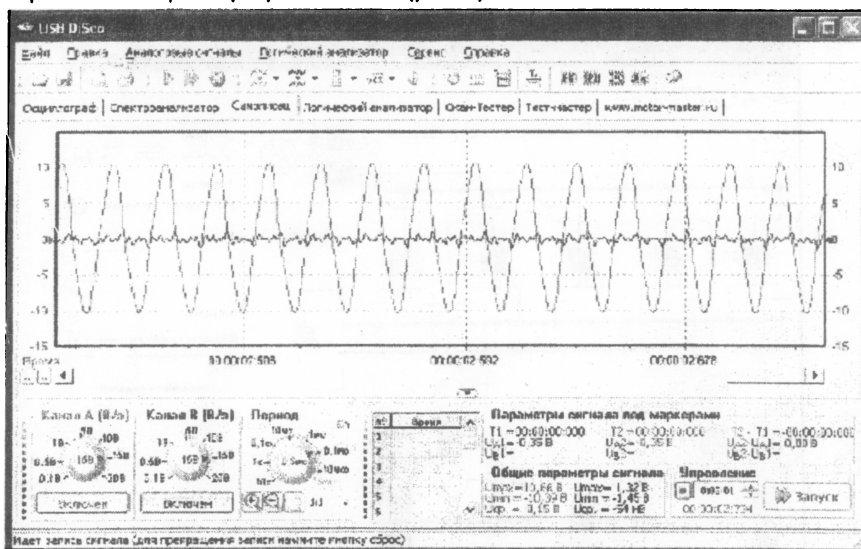


Рис. 5. Интерфейс программы DisCo

В качестве примера возможной лабораторной работы можно указать снятие качественной зависимости реактивной мощности асинхронного двигателя в электрической системе $Q = f(U)$. В реальных электрических системах напряжение U в точке подключения асинхронной двигательной нагрузки изменяется, поэтому при удалении двигательной нагрузки от шин, где поддерживается постоянным модуль напряжения, значительно ухудшаются условия статической устойчивости.

При снижении напряжения область статически устойчивых режимов уменьшается, что приводит к апериодическому нарушению устойчивости – *ла-вине напряжения*, сопровождающейся неконтролируемым ростом потребления реактивной мощности и последующей остановкой двигателя. Статическая

характеристика зависимости реактивной мощности нагрузки собственных нужд электростанции от напряжения, полученная в ходе эксперимента, представлена на рис. 6. Значение критического напряжения равно $U_{кр} = 106$ В. Приведенный выше эксперимент позволяет наглядно продемонстрировать реальные процессы апериодического нарушения устойчивости, определить реальные коэффициенты запаса статической устойчивости по напряжению и сравнить их с нормативными.

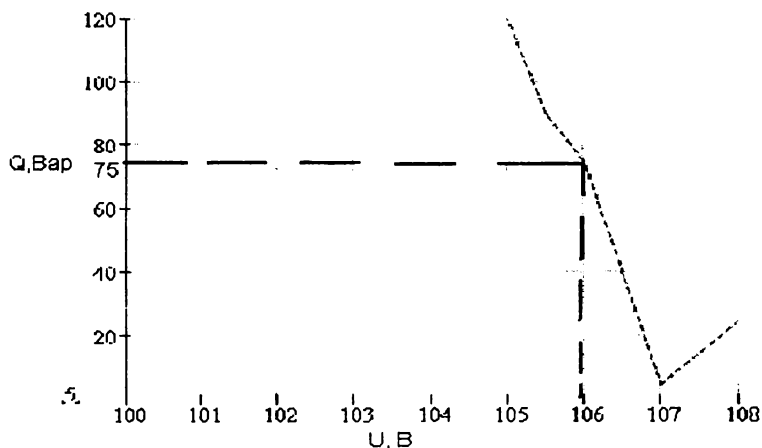


Рис. 6. Зависимость $Q = f(U)$

Модель электростанции, работающей в энергосистеме, имитирующая, в свою очередь, реальный энергообъект, является ещё одним шагом на пути совершенствования образовательных программ для студентов электроэнергетических специальностей. Её применение в рамках лабораторных работ по дисциплинам «Электромеханические переходные процессы» и «Электрическая часть станций и подстанций» позволяет повысить уровень подготовки будущих специалистов в области электроэнергетики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Электроэнергетические системы в примерах и иллюстрациях. / под ред. В.А. Веникова. — М. : Энергоатомиздат, 1983. — 504 с.
2. Окуловская Т.Я. Устойчивость электрических систем: учебное пособие. / Т.Я. Окуловская, М.В. Павлова, Т.Ю. Паниковская [и др.]. 4-е изд., испр. — Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2007. — 60 с.
3. Методические указания по устойчивости энергосистем.: Приказ Минэнерго России от 30.06.2003 № 277.